

KOREAN PATENT ABSTRACTS

(11)Publication number: 1020020052565 A
(43)Date of publication of application: 04.07.2002

(21)Application number: 1020000081954
(22)Date of filing: 26.12.2000

(71)Applicant: SILTRON INC.
(72)Inventor: JI, DONG UK
MUN, YEONG HUI

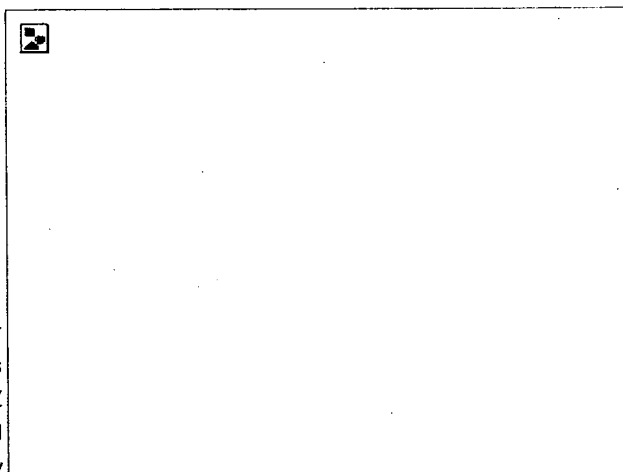
(51)Int. Cl H01L 21/324

(54) THERMAL PROCESSING METHOD FOR WAFER

(57) Abstract:

PURPOSE: A thermal processing method for a wafer is provided to remove grown defects and form simultaneously a DZ(Denuded Zone) layer of uniform depth and a BMD(Bulk Micro Defect) of high density.

CONSTITUTION: A wafer has a grown defect such as COP(Crystal Originated Particle) on its surface. The grown defect is removed from the surface of the wafer by performing a thermal process. A DZ layer as a non-defect layer is formed thereon. A BMD of high density is formed therein. In order to remove the grown defects and form the DZ layer and the BMD of high density therein, the first to the third thermal processes are performed. The first thermal process is performed by using a diffusion furnace or an RTA(Rapid Thermal Annealing) device. The second thermal process is performed during 5 seconds to 10 hours under temperature of 1100 to 1300 degrees centigrade. The third thermal process is performed by lowering the temperature according to a ratio of 1 to 100 degrees centigrade per second.



COPYRIGHT KIPO 2003

Legal Status

Date of final disposal of an application (20030108)

Patent registration number (1003720970000)

Date of registration (20030129)

특2002-0052565

(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(51) Int. Cl.
H01L 21/324

(11) 공개번호 특2002-0052565

(43) 공개일자 2002년07월04일

(21) 출원번호 10-2000-0081954
(22) 출원일자 2000년12월26일
(71) 출원인 주식회사 실트론 미 창 세
경북 구미시 임수동 274번지
(72) 발명자 문영희
경상북도구미시임수동283번지
지동육
경상북도구미시임수동283번지
(74) 대리인 양순석

심사청구 : 있음

(54) 웨이퍼의 열처리 방법

요약

본 발명은 실리콘 웨이퍼의 열처리 방법에 관한 것으로 웨이퍼에 수소(H₂)를 흘리고 온도를 1100℃~1300℃까지 상승시키면서 열처리하여 성장 결함을 제거하여 DZ층(Denuded Zone)을 형성하는 1단계와, 상기 웨이퍼에 수소(H₂)와 불활성 가스의 혼합 가스를 흘리고 온도를 1100℃~1300℃로 유지시키면서 열처리하여 상기 웨이퍼 내부에 고밀도의 BMD(Bulk Micro Defect)를 생성하는 2단계와, 상기 웨이퍼의 온도를 하강시키면서 열처리하여 상기 고밀도의 BMD를 안정화시키는 3단계를 구비한다. 따라서, 1번의 웨이퍼 열처리에 의해 단결정 잉곳 성장시 발생하는 성장 결함을 제거하면서 표면에 무결함층인 DZ층을 형성하고 내부에 고밀도의 BMD층을 형성할 수 있다.

도표도

도1

영세서

도면의 간단한 설명

도 1은 본 발명에 따른 웨이퍼의 열처리시 온도 구배를 도시하는 도면.
도 2는 열처리 전 웨이퍼의 단면도.
도 3은 본 발명에 따라 열처리된 웨이퍼의 단면도.
도 4a 및 도 4b는 본 발명에 따라 열처리된 웨이퍼의 단면도를 나타내는 사진으로,
도 4a는 웨이퍼 표면의 DZ층의 단면이고, 도 4b는 웨이퍼 내부의 BMD층의 단면이다.

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 반도체 소자를 형성하기 위한 실리콘 웨이퍼 제조방법에 관한 것으로서, 특히, 웨이퍼에 있어서 단결정 잉곳 성장시 발생하는 성장 결함(grow-in defect)을 제거하면서 표면이 무결함을 갖고 내부가 고밀도의 산소 석출물층을 갖도록 하는 웨이퍼의 열처리 방법에 관한 것이다. 전자, 정보 통신 및 항공 우주 분야 등의 다양한 분야에서 기술 발전이 빠른 속도로 진행되므로 반도체소자도 고집적도 및 고속 동작

등의 다양한 제품이 요구되고 있다. 이에 따라, 웨이퍼도 성장 결함(grow-in defect)이 제거되고 고청정도 및 고평탄도 등의 특성을 갖는 고품질 제품이 요구되고 있다.

상기에서 성장 결함(grow-in defect)에는 웨이퍼에 산소가 과포화되거나, 또는, 웨이퍼의 표면에 보이드(void)를 형성하는 COP(Crystal Originated Partial) 등이 있다. 이러한 결정 결함은 웨이퍼를 만들기 위한 단결정 잉곳을 성장할 때 무결합 결정을 성장시킬 수 있다. 그러나, 단결정 잉곳을 무결합 결정으로 성장시키기 위해서는 낮은 속도로 성장시켜야 하므로 생산성이 저하된다.

그러므로, 단결정 잉곳을 가공하여 웨이퍼를 형성한 후 열처리하여 결정 결함을 제거하였다. 웨이퍼의 열처리는 수소(H_2) 분위기인 확산로(diffusion furnace) 내에서 $1200^{\circ}C$ 이상의 고온에서 1~5 시간 동안 진행된다. 이 때, 웨이퍼 표면 부근에 과포화된 산소(O_2)를 외부로 확산시켜 산소 농도를 고체 용해도 보다 낮게 만들어 표면의 원자의 재배치를 이루도록 하며, 웨이퍼 표면의 COP는 수소(H_2)에 의해 산소의 불포화로 인한 베이컨시(vacancy)와 표면 원자의 이동에 의해 보이드가 메워져 축소시키므로써 웨이퍼 표면의 성장 결함을 제거한다.

그러나, 상술한 성장 결함을 제거하기 위한 확산로에서의 열처리하는 방법으로는 반도체소자의 활성층으로 이용되는 균일한 깊이의 DZ층(Denuded Zone) 형성시 발생되는 중금속을 게터링(gettering)하기 위한 고밀도의 BMD(Bulk Micro Defect)를 형성시킬 수 없다.

그러므로, 웨이퍼의 산소(O_2) 농도 차와 무관하게 DZ층과 고밀도의 BMD를 형성시키기 위해 별도의 급속 열처리(Rapid Thermal Annealing : 이하, RTA라 칭함) 방법으로 열처리하였다. 이 RTA 방법은 웨이퍼의 표면에 수십 Å 정도 두께의 산화막을 형성시킨 후 급속 열처리 장비에서 $1200^{\circ}C$ 이상의 높은 온도에서 질소(N_2) 분위기로 열처리하면 질소(N_2)가 웨이퍼 내부로 주입되어 산소(O_2)의 석출을 용이하게 하는 핵(nuclei)으로 작용하여 표면에 DZ층이 형성되면서 내부에 고밀도의 BMD를 얻는다. 그러나, 상술한 RTA 방법은 웨이퍼 표면의 COP를 제거하지 못한다.

그러므로, 종래에는 웨이퍼를 제조할 때 성장 결함(grow-in defect)을 제거하기 위해 확산로에서 열처리한 후 균일한 깊이의 DZ층과 고밀도의 BMD를 형성하기 위한 RTA를 진행하여야 하는 문제점이 있었다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명의 목적은 성장 결함을 제거하면서 균일한 깊이의 DZ층과 고밀도의 BMD를 동시에 형성할 수 있는 웨이퍼의 열처리 방법을 제공함에 있다.

상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 실시 예에 따른 웨이퍼의 열처리 방법은 웨이퍼에 수소(H_2)를 흘리고 온도를 $1100\sim 1300^{\circ}C$ 까지 상승시키면서 열처리하여 성장 결함을 제거하여 DZ층(Denuded Zone)을 형성하는 1단계와, 상기 웨이퍼에 수소(H_2)와 불활성 가스의 혼합 가스를 흘리고 온도를 $1100\sim 1300^{\circ}C$ 로 유지시키면서 열처리하여 상기 웨이퍼 내부에 고밀도의 BMD(Bulk Micro Defect)를 생성하는 2단계와, 상기 웨이퍼의 온도를 하강시키면서 열처리하여 상기 고밀도의 BMD를 안정화시키는 3단계를 구비한다. 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 다른 실시 예에 따른 웨이퍼의 열처리 방법은 웨이퍼에 수소(H_2)를 2 slm 내지 50 slm로 흘리고 온도를 $1100\sim 1300^{\circ}C$ 까지 상승시키면서 열처리하여 성장 결함을 제거하여 DZ층(Denuded Zone)을 형성하는 1단계와, 상기 웨이퍼에 수소(H_2)에 질소(N_2), 아르곤(Ar), 네온(Ne)의 불활성 가스를 0.5~50%로 혼합하여 2 slm 내지 50 slm로 흘리고 온도를 $1100\sim 1300^{\circ}C$ 로 유지시키면서 열처리하여 상기 웨이퍼 내부에 고밀도의 BMD(Bulk Micro Defect)를 생성하는 2단계와, 상기 웨이퍼에 질소(N_2), 아르곤(Ar), 네온(Ne)의 불활성 가스, 수소(H_2) 또는 질소(N_2), 아르곤(Ar), 네온(Ne)의 불활성 가스에 수소(H_2)를 혼합한 가스를 2 slm 내지 50 slm로 흘리고 온도를 하강시키면서 열처리하여 상기 고밀도의 BMD를 안정화시키는 3단계를 구비한다.

상기에서, 바람직하게, 1단계 내지 3단계를 확산로 또는 RTA(Rapid Thermal Annealing) 장치에서 진행한다.

바람직하게, 1단계에서 수소(H_2)를 2 slm 내지 50 slm로 흘려주며, 온도를 1초당 $1^{\circ}C\sim 100^{\circ}C$ 의 속도로 상승시키고린다. DZ층(Denuded Zone)을 20~50 μm 의 깊이로 형성한다.

바람직하게, 1단계에서 수소(H_2)에 질소(N_2), 아르곤(Ar), 네온(Ne)의 불활성 가스를 0.5~50% 혼합한 가스를 사용한다.

바람직하게, 2단계를 수소(H_2)에 질소(N_2), 아르곤(Ar), 네온(Ne)의 불활성 가스를 0.5~50%로 혼합하여 2 slm 내지 50 slm로 흘리면서 5초 내지 10시간 동안 진행한다.

바람직하게, 3단계에서 질소(N_2), 아르곤(Ar), 네온(Ne)의 불활성 가스, 수소(H_2) 또는 질소(N_2), 아르곤(Ar), 네온(Ne)의 불활성 가스에 수소(H_2)를 혼합한 가스를 2 slm 내지 50 slm로 흘리면서 웨이퍼의 온도를 1초당 $1^{\circ}C\sim 100^{\circ}C$ 의 속도로 하강시킨다.

바람직하게, 3단계에서 상기 혼합 가스는 수소(H_2)에 질소(N_2), 아르곤(Ar) 또는 네온(Ne)의 불활성 가스가 0.5~50% 혼합된다.

발명의 구성 및 작용

이하, 첨부한 도면을 참조하여 본 발명을 상세히 설명한다.

도 1은 본 발명에 따른 웨이퍼의 열처리시 온도 구배를 도시하는 도면이고, 도 2는 열처리 전 웨이퍼의

단면도이며, 도 3은 본 발명에 따라 열처리된 웨이퍼의 단면도이다.

웨이퍼(11)는 열처리 전에는 도 2에 도시된 바와 같이 표면에 COP 등의 성장 결함(13)이 존재하나, 열처리 후에는 도 3에 도시된 바와 같이 표면에 성장 결함(13)이 제거되어 무결합층인 OZ층(17)이 형성되고 내부에 고밀도의 BMD(15)가 형성된다.

먼저, 웨이퍼(11)를 확산로 또는 RTA 장치를 이용하여 1 단계 열처리한다. 상기에서 웨이퍼(11)에 수소(H₂)를 2 s/m 내지 50 s/m 정도로 흘리고 온도를 1초당 1°C~100°C의 속도로 1100~1300°C 정도까지 상승시키면서 1 단계 열처리한다. 이 때, COP 등의 보이드(void)를 형성하는 결함의 외벽이 SiO₂로 형성되어 있으므로 수소(H₂)는 SiO₂와 결합을 통하여 결함을 제거하고, 도 3에 도시된 바와 같이 무결합층인 OZ층(15)을 20~50μm 정도의 깊이를 갖도록 형성한다.

OZ층(15)을 형성하기 위한 1단계 열처리시 수소(H₂)에 질소(N₂), 아르곤(Ar), 네온(Ne) 등의 불활성 가스를 0.5~50% 정도 혼합한 가스를 사용할 수도 있다. 상기에서 수소(H₂)에 질소(N₂), 아르곤(Ar), 네온(Ne) 등의 불활성 가스는 베이컨시(vacancy) 또는 격자간 주입(interstitial injection)이 일어나도록 하여 BMD의 형성이 용이하도록 한다. 그러나, BMD는 산소 석출물이므로 수소(H₂)와 반응하여 산소와 관련되어진 결합들이 완전히 제거되는 것을 막아 줌으로써 OZ층(15)이 20~50μm 정도 보다 깊게 되는 것을 방지한다. 1단계 열처리 후, 웨이퍼(11)의 온도를 1100~1300°C 정도로 유지시키면서 5초 내지 10시간 정도 동안 2단계 열처리를 진행한다. 2단계 열처리는 수소(H₂)에 질소(N₂), 아르곤(Ar), 네온(Ne) 등의 불활성 가스를 0.5~50% 정도 혼합한 가스를 2 s/m 내지 50 s/m 정도로 흘리면서 진행하는 데, 질소(N₂), 아르곤(Ar) 또는 네온(Ne) 등의 불활성 가스는 웨이퍼(11)의 내부로 확산되어 산소(O₂)의 석출을 용이하게 하는 핵으로 작용한다. 그러므로, 웨이퍼(11)의 내부, 즉, OZ층(15)의 하부에는 반도체소자 공정시 웨이퍼(11) 표면에 잔류하는 중금속 등을 게터링하기 위한 고밀도의 BMD(17)가 생성된다.

2단계 열처리 후, 웨이퍼(11)의 온도를 1초당 1°C~100°C의 속도로 하강시키면서 3단계 열처리한다. 3단계 열처리는 웨이퍼(11)에 질소(N₂), 아르곤(Ar), 네온(Ne) 등의 불활성 가스, 수소(H₂) 또는 질소(N₂), 아르곤(Ar), 네온(Ne) 등의 불활성 가스에 수소(H₂)를 혼합한 가스를 2 s/m 내지 50 s/m 정도로 흘리면서 진행하여 쿼칭(quenching)효과등을 이용하여 고밀도의 BMD(17)를 안정화시킨다. 상기에서 혼합 가스로 수소(H₂)에 질소(N₂), 아르곤(Ar), 네온(Ne) 등의 불활성 가스를 0.5~50% 정도 혼합한 것을 사용할 수 있다.

본 발명에 따라 웨이퍼(11)를 3단계 열처리하면 도 3에 도시된 바와 같이 성장 결함(13)이 제거되고, 웨이퍼(11)의 표면에 OZ층(15)이 형성되고 내부에 고밀도의 BMD(17)가 형성된다.

도 4a 및 도 4b는 본 발명에 따라 열처리된 웨이퍼의 단면도를 나타내는 사진으로, 도 4a는 웨이퍼 표면의 OZ층의 단면을 나타내고, 도 4b는 웨이퍼 내부의 BMD층의 단면을 나타낸다. 도 4a를 참조하면, 웨이퍼(11)의 표면의 고밀도 BMD(17) 상에 OZ층(15)이 형성된 것을 나타낸다. 상기에서 OZ층(15)은 웨이퍼(11) 표면에 도시된 수직선만큼의 깊이로 형성된다.

그리고, 도 4b를 참조하면, 웨이퍼(11)의 내부에 BMD(17)가 고밀도로 형성된 것을 나타낸다. 상기에서 BMD(17)는 웨이퍼(11) 내부의 OZ층(15) 하부에 형성된다.

상술한 바와 같이 본 발명은 웨이퍼를 확산로 또는 RTA 장치 내에서 수소(H₂)를 2 s/m 내지 50 s/m 정도로 흘리면서 온도를 1초당 1°C~100°C의 속도로 1100~1300°C 정도까지 상승시켜 1단계 열처리하여 OZ층을 20~50μm 정도의 깊이로 형성한 후, 수소(H₂)에 질소(N₂), 아르곤(Ar), 네온(Ne) 등의 불활성 가스를 0.5~50% 정도 혼합한 가스를 2 s/m 내지 50 s/m 정도로 흘리면서 웨이퍼의 1100~1300°C 정도에서 5초 내지 10시간 정도 동안 2단계 열처리하여 고밀도의 BMD를 생성하고, 계속해서, 질소(N₂), 아르곤(Ar), 네온(Ne) 등의 불활성 가스, 수소(H₂) 또는 질소(N₂), 아르곤(Ar), 네온(Ne) 등의 불활성 가스에 수소(H₂)를 혼합한 가스를 2 s/m 내지 50 s/m 정도로 흘리고 웨이퍼의 온도를 1초당 1°C~100°C의 속도로 하강시키면서 3단계 열처리하여 고밀도의 BMD를 안정화시킨다.

발명의 효과

따라서, 본 발명은 1번의 웨이퍼 열처리에 의해 단결정 임팩트 성장시 발생하는 성장 결함을 제거하면서 표면에 무결합층인 OZ층을 형성하고 내부에 고밀도의 BMD층을 형성할 수 있는 잇점이 있다.

(5) 청구의 범위

청구항 1

웨이퍼에 수소(H₂)를 흘리고 온도를 1100~1300°C까지 상승시키면서 열처리하여 성장 결함을 제거하여 OZ층(Denuded Zone)을 형성하는 1단계와,

상기 웨이퍼에 수소(H₂)와 불활성 가스의 혼합 가스를 흘리고 온도를 1100~1300°C로 유지시키면서 열처리하여 상기 웨이퍼 내부에 고밀도의 BMD(Bulk Micro Defect)를 생성하는 2단계와,

상기 웨이퍼의 온도를 하강시키면서 열처리하여 상기 고밀도의 BMD를 안정화시키는 3단계를 구비하는 웨이퍼의 열처리 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서 상기 1단계 내지 3단계를 확산로 또는 RTA(Rapid Thermal Annealing) 장치에서 진행하

는 웨이퍼의 열처리 방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서 상기 1단계에서 상기 수소(H_2)를 2 s/m 내지 50 s/m로 흘려주는 웨이퍼의 열처리 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서 상기 1단계에서 상기 온도를 1초당 $1^\circ C \sim 100^\circ C$ 의 속도로 상승시키는 웨이퍼의 열처리 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서 상기 1단계에서 상기 DZ층(Denuded Zone)을 20~50 μm 의 깊이로 형성하는 웨이퍼의 열처리 방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서 상기 1단계에서 수소(H_2)에 질소(N_2), 아르곤(Ar), 네온(Ne)의 불활성 가스를 더 첨가한 혼합 가스를 사용하는 웨이퍼의 열처리 방법.

청구항 7

청구항 6에 있어서 상기 1단계에서 수소(H_2)에 질소(N_2), 아르곤(Ar), 네온(Ne)의 불활성 가스를 0.5~50% 혼합한 가스를 사용하는 웨이퍼의 열처리 방법.

청구항 8

청구항 1에 있어서 상기 2단계를 5초 내지 10시간 동안 진행하는 웨이퍼의 열처리 방법.

청구항 9

청구항 1에 있어서 상기 2단계를 수소(H_2)에 질소(N_2), 아르곤(Ar), 네온(Ne)의 불활성 가스를 0.5~50%로 혼합하여 2 s/m 내지 50 s/m로 흘리면서 진행하는 웨이퍼의 열처리 방법.

청구항 10

청구항 1에 있어서 상기 3단계에서 상기 웨이퍼의 온도를 1초당 $1^\circ C \sim 100^\circ C$ 의 속도로 하강시키는 웨이퍼의 열처리 방법.

청구항 11

청구항 1에 있어서 상기 3단계를 질소(N_2), 아르곤(Ar), 네온(Ne)의 불활성 가스, 수소(H_2) 또는 질소(N_2), 아르곤(Ar), 네온(Ne)의 불활성 가스에 수소(H_2)를 혼합한 가스를 2 s/m 내지 50 s/m로 흘려주는 웨이퍼의 열처리 방법.

청구항 12

청구항 11에 있어서 상기 3단계에서 상기 혼합 가스는 수소(H_2)에 질소(N_2), 아르곤(Ar) 또는 네온(Ne)의 불활성 가스가 0.5~50% 혼합된 웨이퍼의 열처리 방법.

청구항 13

웨이퍼에 수소(H_2)를 2 s/m 내지 50 s/m로 흘리고 온도를 1100~1300 $^\circ C$ 까지 상승시키면서 열처리하여 성장 결함을 제거하여 DZ층(Denuded Zone)을 형성하는 1단계와, 상기 웨이퍼에 수소(H_2)에 질소(N_2), 아르곤(Ar), 네온(Ne)의 불활성 가스를 0.5~50%로 혼합하여 2 s/m 내지 50 s/m로 흘리고 온도를 1100~1300 $^\circ C$ 로 유지시키면서 열처리하여 상기 웨이퍼 내부에 고밀도의 BMD(Bulk Micro Defect)를 생성하는 2단계와, 상기 웨이퍼에 질소(N_2), 아르곤(Ar), 네온(Ne)의 불활성 가스, 수소(H_2) 또는 질소(N_2), 아르곤(Ar), 네온(Ne)의 불활성 가스에 수소(H_2)를 혼합한 가스를 2 s/m 내지 50 s/m로 흘리고 온도를 하강시키면서 열처리하여 상기 고밀도의 BMD를 안정화시키는 3단계를 구비하는 웨이퍼의 열처리 방법.

청구항 14

청구항 13에 있어서 상기 1단계 내지 3단계를 확산로 또는 RTA(Rapid Thermal Annealing) 장치에서 진행하는 웨이퍼의 열처리 방법.

청구항 15

청구항 13에 있어서 상기 1단계에서 상기 온도를 1초당 $1^\circ C \sim 100^\circ C$ 의 속도로 상승시키는 웨이퍼의 열처리 방법.

청구항 16

청구항 13에 있어서 상기 1단계에서 수소(H_2)에 질소(N_2), 아르곤(Ar), 네온(Ne)의 불활성 가스를 더 첨가한 혼합 가스를 사용하는 웨이퍼의 열처리 방법.

청구항 17

청구항 16에 있어서 상기 1단계에서 수소(H_2)에 질소(N_2), 아르곤(Ar), 네온(Ne)의 불활성 가스를 0.5~50% 혼합한 가스를 사용하는 웨이퍼의 열처리 방법.

청구항 18

청구항 13에 있어서 상기 2단계를 5초 내지 10시간 동안 진행하는 웨이퍼의 열처리 방법.

청구항 19

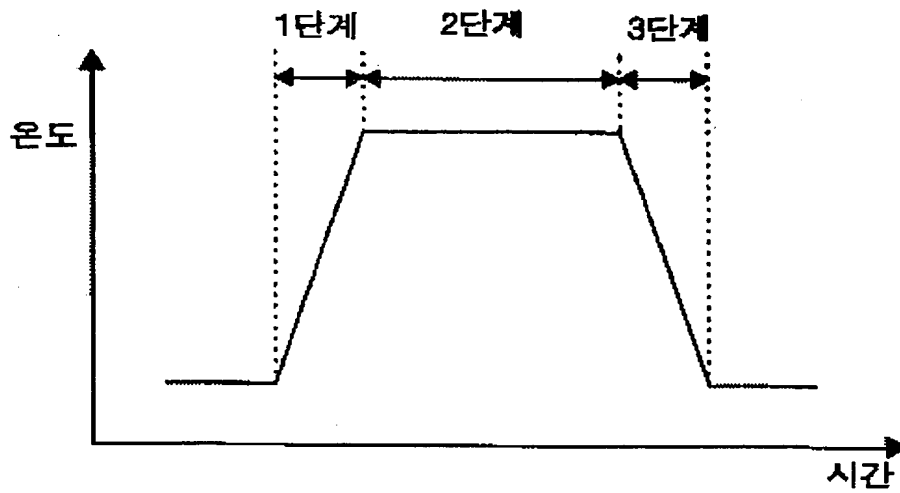
청구항 13에 있어서 상기 3단계에서 상기 웨이퍼의 온도를 1초당 $1^{\circ}C \sim 100^{\circ}C$ 의 속도로 하강시키는 웨이퍼의 열처리 방법.

청구항 20

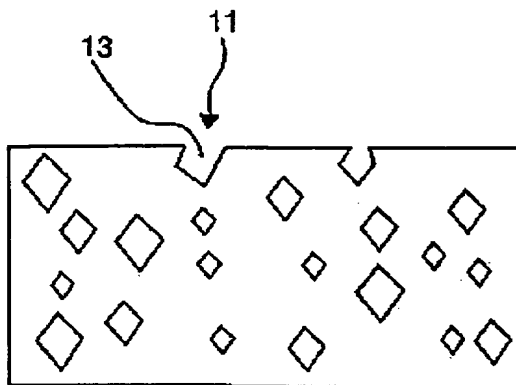
청구항 13에 있어서 상기 3단계에서 상기 혼합 가스는 수소(H_2)에 질소(N_2), 아르곤(Ar) 또는 네온(Ne)의 불활성 가스가 0.5~50% 혼합된 웨이퍼의 열처리 방법.

도면

도면1



도면2



도 3

